



Sonja Sairomaa

Talotekniikan loppuvaiheen aikatauluttaminen sekä luovuttamiseen liittyvä dokumentointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

3.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Sonja Sairomaa
Otsikko:	Talotekniikan loppuvaiheen aikatauluttaminen sekä luovuttamiseen liittyvä dokumentointi
Sivumäärä:	34 sivua + 6 liitettä
Aika:	3.4.2023
Tutkinto:	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-urakointi
Ohjaajat:	tutkintovastaava Markku Leino talotekniikkapäällikkö Marko Merinen

Tämä insinööri työ käsittelee talotekniikan aikatauluttamista sekä luovutusvaiheen dokumentaatiota. Aikataulun osalta insinööri työssä käydään lävitse talotekniikkaurakoissa esiintyvien työtehtävien nimikkeitä ja työvaiheiden kestoja, jotta aikataulun laatijalla olisi käsitys, missä laajuudessa aikataulua olisi hyvä luoda. Talotekniikan osalta aikataulun tulisi olla yhtä kattava kuin rakennustöiden osalta, jotta aikataulusta pystytään helposti näkemään työtehtävien kestot ja mahdolliset päällekkäisyydet sekä urakoiden eteneminen aikatauluun nähden.

Dokumentaatioon liittyen insinööri työssä käydään lävitse luovutusvaiheen prosessia ja sen myötä rakennusvalvonnan vaatimuksia luovutusmateriaalista. Luovutusmateriaalia tulisi kerätä koko projektin ajan, sillä luovutusvaiheen dokumentteja alkaa syntyä jo hyvin varhaisessa vaiheessa projektin alettua. Olisi hyvä, jos urakoitsijat toimittaisivat tekemänsä dokumentaation heti, kun ovat sen saaneet laadittua. Projektin loppuvaiheessa luovutusmateriaalin haaliminen alkaa olemaan erittäin haastavaa, jos dokumentteja ei ole kerätty jo projektin edetessä.

Insinööri työ tehtiin helpottamaan Pohjola Rakennus Oy Suomen projektinjohtourakointia talotekniikkaurakoiden osalta. Koettiin, että olisi tärkeä saada yrityksen sisällä lisättyä tietoa talotekniikkaurakoihin liittyen aikataulun laatimisen ja dokumentaation osalta. Insinööri työn yhteydessä luotiin Pohjola Rakennus Oy Suomen käyttöön dokumenttipohjia, joiden olisi tarkoitus helpottaa työmaalla työskentelevien työnjohtajien arkea talotekniikkaurakoiden osalta. Tietotaito talotekniikkaurakoihin liittyen auttaa työnjohtajia suunnittelemaan työmaan arkea ja miettimään urakoiden välisiä yhteensovituksia.

Avainsanat: aikataulu, dokumentaatio, rakennusvalvonta, luovutusmateriaali, työnjohto

Abstract

Author: Sonja Sairomaa
Title: End Phase Scheduling and Handover of Building Services Project
Number of Pages: 34 pages + 6 appendices
Date: 3 April 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Engineering
Supervisors: Markku Leino, Head of Degree Program
Marko Merinen, Head of Building Services Engineering

The final year project aimed at defining the contents of a good schedule for a construction site, and listing all documents that are needed when a building is handed over to the user. The final year project collected information from many reliable sources, and compiled it into an easily approachable form.

The result of the final year project, presented in this thesis, was a document template that would make it more effortless to create construction site schedules, as well as collect the required handover documents. In the bachelor's thesis, a couple of document layouts were improved. These documents can be utilized on the construction site.

This project was important for the commissioning company because it clearly defined how a good construction site schedule is created. The thesis leads the reader through the handover of a project and discloses what documents are needed when a constructor hands the building over to the users.

Keywords: schedule, documentation, handover

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Aikataulun laatiminen	1
2.1	Talotekniikkatöiden aikatauluttaminen	1
2.2	Luovutusvaiheen aikataulu	5
3	Talotekniikan vastaanottomenettely	7
3.1	Laite- ja materiaalihyväksyntä	9
3.2	Urakoitsijoiden työsuunnitelmat	11
3.3	Malliasennukset	11
3.4	Tarkesuunnitelmat	14
3.5	Laite-, materiaali- ja asennustarkastukset	14
3.6	Paine- ja tiiveyskokeet	15
3.7	Käyttöönotto ja Rakennushankkeeseen ryhtyvän tarkastusasiakirja	17
3.7.1	Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto	19
3.7.2	Käyttövesi- ja viemärijärjestelmien käyttöönotto	20
3.7.3	Muiden järjestelmien käyttöönotto	21
3.7.4	Rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöönotto	21
3.8	Urakoitsijan toimintatarkastukset	21
3.9	Rakennuttajan ja valvojan toimintakokeet	22
3.9.1	Rakennuttajan toimintakokeet	22
3.9.2	Valvojan toimintakokeet ja tehtävät projektin laadunvarmistuksessa	23
3.10	Mittaukset	24
4	Viranomaistarkastukset	25
5	Käyttö- ja huolto-ohjeeseen tallennettavat tiedot	28
6	Toimivuustarkastukset	29
7	Pohdinta	29
7.1	Projektin johtaminen	29
7.2	Dokumentaatio	30

Liitteet

Liite 1: Talotekniikkatöiden riippuvuuksia

Liite 2: Talotekniikkatöiden nimike-esimerkkejä

Liite 3: Talotekniikan malliasennukset (*salassa pidettävä*)

Liite 4: Taloteknisten järjestelmien käyttöönottolomakkeet

Liite 5: Talotekniikan toimintakoe (*salassa pidettävä*)

Liite 6: Mittaus-, säätö- ja virityspöytäkirjojen tarkastuslista (*salassa pidettävä*)

Lyhenteet

ATK: automaattinen tietojenkäsittely

IV: ilmanvaihto

KVV: käyttövesi ja viemäri

LVI: lämpö, vesi ja ilmastointi

RT: Rakennustieto

SFP: *Specific fan power* eli ominaissähköteho on yhden ilmakuution rakennuksen lävitse sekunnissa kuljettamiseen tarvittava sähköverkosta otettu teho.

1 Johdanto

Monella Pohjola Rakennus Suomi Oy:n työmaalla on ollut haasteena luoda talotekniikan osalta aikatauluja ja huolehtia kaikista talotekniikkaan liittyvistä dokumentoinneista. Tähän on osaltaan vaikuttanut se, ettei yrityksessä ole ollut juuriakaan talotekniikan osajia, vaan työmaahenkilöstö koostuu pääosin rakennusmestareista ja -insinööreistä. Tämän insinööriyön tarkoituksena olisi luoda helpotusta työmaa-arkeen tuomalla esille aikatauluttamiseen ja dokumentointiin liittyviä seikkoja, jotka olisi hyvä tietää.

Insinööriyössä käydään lävitse, millaisia työmaa-aikataulujen olisi hyvä olla, jotta talotekniset työt sekä rakennustekniset työt saadaan suoritettua sujuvasti. Insinööriyössä käydään myös läpi dokumentaatiota ja tarkastuksia, jotka tulisi suorittaa työmaan edetessä. Tarkastuksiin liittyvästä dokumentaatiosta kerrotaan myös insinööriyössä.

Insinööriyön liitteenä löytyy Pohjola Rakennus Suomi Oy:lle luotu Toimintakoe-muistiopohja sekä tarkastuslista talotekniikkaurakoitsijoiden pöytäkirjojen vaatimuksen mukaisuuden tarkastamiseen. Muistiosta ja tarkastuslistasta tehtiin erittäin selkeät, jotta Pohjola Rakennus Oy Suomen työntekijät osaavat niitä varmasti hyödyntää tulevilla kohteilla.

2 Aikataulun laatiminen

2.1 Talotekniikkatöiden aikatauluttaminen

Talotekniikkatyöt ovat tärkeä osa työmaalla laadittavia aikatauluja yleisaikataulusta viikkoaikatauluihin. Talotekniikkatöiden tehtävien täytyisi näkyä aikatauluissa samalla tarkkuudella kuin rakennustöiden tehtävät (kuva 1), jotta voidaan jo hyvissä ajoin ottaa huomioon tehtävien väliset riippuvuudet ja vaikutukset toisiinsa (liite 1). Valitettavan usein talotekniikkatyöt piirretään aikatauluihin yhtenä

pitkänä viivana, jonka aikana työtehtävien tulisi olla tehtynä. [1, s. 41–42; 2, s. 53–54.]

Hier	Nimi	Työsaa vutus (yks/pv)	Työryh mä lkm	Kesto
1	Lämmitys, vesi ja viemäri			455 pv
1.1	Ulkopuoliset putkistot ja liittym	62	1	17 pv
1.2	Kaivot	160	1	7 pv
1.3	Pohjaviemärit	267	1	4 pv
1.4	Lämmönjakohuoneen asennust	267	1	38 pv
1.5	Jako- ja kytkentäjohtot	22	1	455 pv
1.6	Nousujohtot	44	1	228 pv
1.7	Lämmityspatteriasennukset	160	1	63 pv
1.8	Vesi- ja viemärikalusteet	89	1	113 pv
1.9	Eristystyöt	67	1	150 pv
1.10	IV-konehuoneiden putkiasennu	267	1	38 pv
2	Ilmanvaihto			244 pv
2.1	Runkokanavat	145	1	69 pv
2.2	Haarakanavat	76	1	132 pv
2.3	Koneasennukset	178	1	57 pv
2.4	Päätelaiteasennukset	160	1	63 pv
2.5	Eristystyöt	41	1	244 pv
2.6	Säätö- ja mittauustyöt	800	1	13 pv
3	Sähkö			250 pv
3.1	Aluesähkö	267	1	38 pv
3.2	Muuntamo	800	1	13 pv
3.3	Keskukset	400	1	25 pv
3.4	Kaapelihyllyt ja tikkaat	800	1	13 pv
3.5	Putkitukset	73	1	137 pv
3.6	Kaapeloinnit	38	1	250 pv
3.7	– Sähkön jakelu	40	1	250 pv
3.8	– Yleiskaapelointi	73	1	138 pv
3.9	– Antennijärjestelmä	267	1	38 pv
3.10	– Ovipuhelinjärjestelmä	800	1	13 pv
3.11	– Ohjaus- ja hälytysrunkojohtot	229	1	44 pv
3.12	– Opaste- ja turvavalajohtot	800	1	13 pv
3.13	– Palovaroitinjärjestelmä	800	1	13 pv
3.14	– Kulunvalvonta- ja rikosilmoitu	800	1	13 pv
3.15	– Äänentoistojärjestelmä	800	1	13 pv
3.16	– Merkinantojärjestelmä	1 000	1	10 pv
3.17	– Savunpoistoluukkujen ohjaus	667	1	15 pv
3.18	Rasiakojeiden asennus	114	1	88 pv
3.19	Valaisimet	267	1	38 pv
3.20	LVI-laitteiden sähköistys	800	1	13 pv
3.21	Mukavuuslämpö	800	1	13 pv

Kuva 1. Esimerkki aikataulun otsikoista talotekniikan osalta kerrostalotyömaalla [1, s. 370–375].

Jotta taloteknisten töiden aikataulu saadaan tehtyä vastaavalla tarkkuudella kuin rakennustöiden aikataulu, on aikataulun laatijalla oltava riittävä tietotaito esimerkiksi liitteessä 2 näkyvien työtehtävien kestojen määrittämiseen. Mikäli

talotekniikkaurakoitsijat on valittu riittävän aikaisessa vaiheessa, voi heiltä kysellä apua ja ehdotuksia aikataulun laatimiseen liittyen. He kuitenkin oman alansa asiantuntijoina tietävät kaikista parhaiten, kuinka kauan tiettyihin työvaiheisiin tulisi varata aikaa. [1, s. 102–103; 2, s. 53–54.]

Urakoitsijat voidaan sitouttaa aikataulun tekemiseen ja noudattamiseen pyytämällä heitä laatimaan aikataulun omien töidensä osalta ennakkoon. Kun he ovat saaneet aikataulut laadittua omalta osaltaan, istutaan yhdessä alas katsomaan ja yhteensovittamaan aikataulut keskenään. Yhdessä laadittuun aikatauluun on kaikkien helpompi sitoutua. Mikäli pääurakoitsija laatii aikataulun itsenäisesti, on aikatauluun kuitenkin saatava urakoitsijoiden kuittaukset merkiksi siitä, että aikatauluun sitoudutaan.

Aikataulujen kestot voidaan määrittää joko laskemalla työsaavutusta työryhmää kohden Aikataulukirjan antamien arvojen mukaan, kuten kuvissa 1 ja 2 on tehty, tai ne voidaan määrittää hyödyntämällä normitunteja ja normiaikoja. Normitunnit on määritetty laite- ja putkimateriaalikohtaisesti LVI-toimialan työehtosopimuksessa, jossa on määritetty myös työtehtävät, jotka eivät sisälly normitunteihin. [1, s. 370–375; 3, s. 96–97.]

Kestojen ollessa tiedossa pystytään määrittämään, montako työryhmää työmaalle tarvitaan, jotta talotekniset ja rakennustekniset työvaiheet kulkevat sujuvasti eteenpäin. Taloteknisten työtehtävien kestoja on määritetty kuvassa 2 olettaen, että työt tehdään yhdellä työryhmällä. Pohjapinta-alaksi esimerkkiin on määritetty 1 000 m² ja bruttopinta-alaksi 10 000 m². Työsaavutusten määrittämiseen on hyödynnetty aikataulukirjaa. [1, s. 370–375.]

Työtehtävä	Määrä halutussa yksikössä	Yksikkö	Työsaavutus/ työryhmä (yks/tv)	Työryhmä	Työpäivät
Ulkopuoliset putkistot ja liittymät	1 000	pohja-m ²	62	1	17
Kaivot	1 000	pohja-m ²	160	1	7
Pohjaviemärit	1 000	pohja-m ²	267	1	4
Lämmönjakohuoneen asennustyöt	10 000	brm ²	267	1	38
Jako- ja kytkentäjohtot	10 000	brm ²	22	1	455
Nousujohtot	10 000	brm ²	44	1	228
Lämmityspatteriasennukset	10 000	brm ²	160	1	63
Vesi- ja viemärikalusteet	10 000	brm ²	89	1	113
Eristystyöt	10 000	brm ²	67	1	150
IV-konehuoneiden putkiasennukset	10 000	brm ²	267	1	38
Runkokanavat	10 000	brm ²	145	1	69
Haarakanavat	10 000	brm ²	76	1	132
Koneasennukset	10 000	brm ²	178	1	57
Päätelaiteasennukset	10 000	brm ²	160	1	63
Eristystyöt	10 000	brm ²	41	1	244
Säätö- ja mittaukset	10 000	brm ²	800	1	13
Aluesähkö	10 000	brm ²	267	1	38
Muuntamo	10 000	brm ²	800	1	13
Keskukset	10 000	brm ²	400	1	25
Kaapelihyllyt ja tikkaat	10 000	brm ²	800	1	13
Putkitukset	10 000	brm ²	73	1	137
Kaapeloinnit	10 000	brm ²	38	1	264
– Sähkön jakelu	10 000	brm ²	40	1	250
– Yleiskaapelointi	10 000	brm ²	73	1	138
– Antennijärjestelmä	10 000	brm ²	267	1	38
– Ovipuhelinjärjestelmä	10 000	brm ²	800	1	13
– Ohjaus- ja hälytysrunkojohtot	10 000	brm ²	229	1	44
– Opaste- ja turvavalajohtot	10 000	brm ²	800	1	13
– Palovaroitinjärjestelmä	10 000	brm ²	800	1	13
– Kulunvalvonta- ja rikosilmoitusjärjestelmä	10 000	brm ²	800	1	13
– Äänentoistojärjestelmä	10 000	brm ²	800	1	13
– Merkinantojärjestelmä	10 000	brm ²	1 000	1	10
– Savunpoistoluukkujen ohjausjärjestelmä	10 000	brm ²	667	1	15
Rasiakojeiden asennus	10 000	brm ²	114	1	88
Valaisimet	10 000	brm ²	267	1	38
LVI-laitteiden sähköistys	10 000	brm ²	800	1	13
Mukavuuslämpö	10 000	brm ²	800	1	13

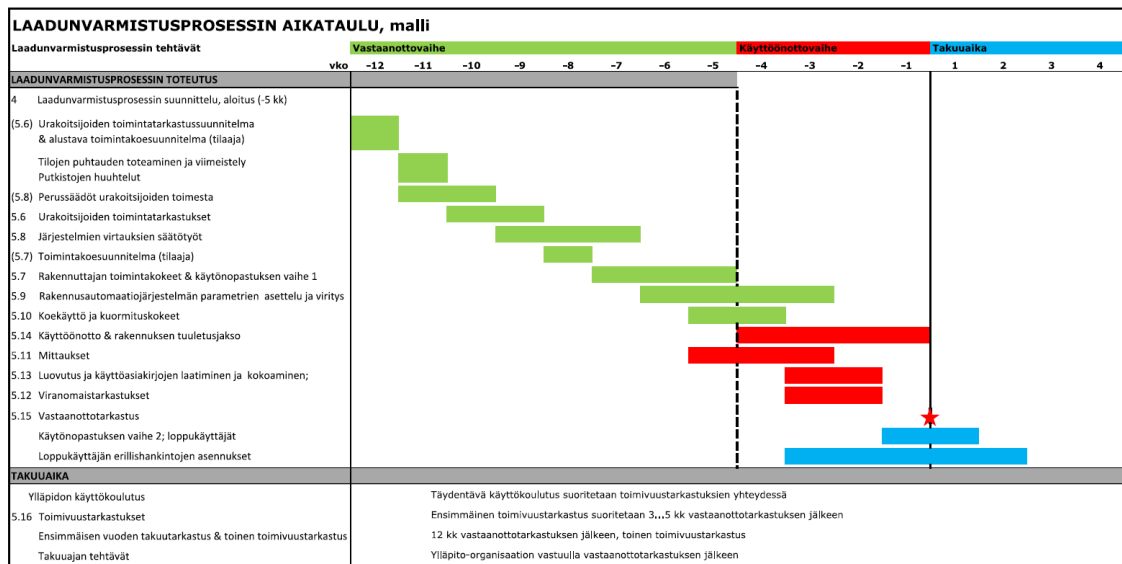
Kuva 2. Talotekniikkatöiden kestojen laskeminen Aikataulukirjan mukaisilla työsaavutuksilla kerrostalotyömaalla [1, s. 370–375].

Väliseinäasennus on hyvä esimerkki rakennustöiden ja talotekniikkatöiden aika-
taulullisesta yhteensovittamisesta. Aikataulua laadittaessa väliseinäasennuksille
täytyy ottaa huomioon myös väliseinän väliin jäävä talotekniikka, kuten kytki-
mille ja pistorasioille menevät kaapeloinnit. Tämän takia väliseinien kipsilevyjä
ei voida asentaa samalla kertaa molemmille puolille, vaan väliseinäasentajan on
odotettava, että sähkömies saa laitettua kaapelit seinän sisään ennen toisen
puolen kipsilevyn asentamista.

Aikataulua laadittaessa pitäisi ottaa huomioon, että aikataulun tulisi olla taloteknisten töiden osalta yhtä paikkaansa pitävä kuin rakennustöiden osalta. Havainnollisuus, yksiselitteisyys ja realistisuus ovat tärkeitä ominaisuuksia aikataululle, sillä niiden avulla voidaan varmistua työtehtävien ketjuttamisen paikkaansa pitävyydestä ja varautua mahdollisiin aikataulullisiin haasteisiin sekä ongelmakohtiin jo etukäteen. Tällaisia haasteita voisivat olla esimerkiksi työtehtävien päällekkäisyydet samassa tilassa. Esimerkiksi keittiön työtasoa ja allashanaa ei voida olla asentamassa samaan aikaan samassa asunnossa. [1, s. 41–42; 2, s. 53–54; 4, s. 2]

2.2 Luovutusvaiheen aikataulu

Luovutusvaiheen aikataulun ja laadunvarmistusprosessin toteutuksen suunnittelu tulisi aloittaa noin viisi kuukautta ennen kohteen luovuttamista (kuva 3). Mikäli kohde on valtavan suuri tai erittäin pieni, voi suunnittelun aloittaa aikaisemmin tai hiukan myöhemmin. Aikatauluun tulisi varata aikaa projektinaikaisille tarkastuksille sekä takuuajaisille toimivuustarkastuksille ensimmäisen ja toisen vuoden osalta sekä muille takuuajan tehtäville. [4, s. 4.]



Kuva 3. RT-kortin laadunvarmistusprosessin aikataulumalli [4, s. 12].

Luovutusvaiheen aikataulua laadittaessa on muistettava huomioida, että talotekniikan mittaukset, säädöt ja toimintakokeet vievät oman aikansa (kuva 4). Kun urakoitsija on tehnyt omat itselle luovutuksensa, pitää tilaaja omat toimintakokeensa. Tämän jälkeen urakoitsijat pääsevät tekemään mittaukset ja säädöt. Rakennuttajan on vielä tehtävä omat pistokoeluentoiset mittauksensa sekä huolehdittava käytönopastuksen järjestämisestä. Aikatauluun on varattava aika viranomaisten tekemille mittauksille ja tarkastuksille. Laadittavan luovutusvaiheen aikataulun tulisi olla realistinen ja siihen pitäisi varata riittävästi ylimääräistä aikaa, mikäli esimerkiksi toimintakokeissa ilmenee korjaustarpeita. [1, s. 41–43.]



Kuva 4. Luovutusvaiheen tehtävät [1, s. 43].

Luovutusvaiheen aikataulussa käytettäviä otsikoita sähköjärjestelmien osalta voisi olla turva- ja merkkivalaistus, ATK-kytkennät, kalustuksen viimeistely, mittauokset, järjestelmien testaus sekä viranomaistarkastukset. LVI-järjestelmien osalta aikataulun otsikoita voisivat olla toimintatarkastukset ja -kokeet, säätö- ja mittaustyöt, tarkistusmittaukset, yhteiskoekäyttö, luovutusaineisto, käytönopastus, viranomaistarkastukset ja luovutus. Edellisten lisäksi otsikoihin kannattaa lisätä ne järjestelmät, jotka vaativat erityistä huomiota esimerkiksi tarkastusten osalta. Kuvassa 5 on esimerkki luovutusvaiheaikatausta. Kuvan 5 aikataulu on pelkistetty ja siitä saisi informatiivisemman, jos aikataulusta tekisi yksityiskohtaisemman esimerkiksi lisäämällä siihen yllä olevia otsikoita. [1, s. 41–44.]

Luovutusaikataulu												
Kohde:	Laatija:		Hyväksynyt:							Pvm:		
	Viikkoa ennen vastaanottoa											
	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	+1	+2
1 Rakennustekniikka												
1.1 Ilmoitus kohteen valmistumisajasta												
1.2 Pölyä aiheuttavat työvaiheet												
1.3 Suojausten poisto ja siivous												
1.4 Viimeistelytyöt												
1.5 Loppusiivous												
2 Talotekniikka												
2.1 Laite- ja asennustarkastukset												
2.2 Urakoitsijoiden toimintakokeet												
2.3 Toimintakokeet												
2.4 Laitosten säädöt ja mittaukset												
2.5 Koekäytöt												
3 Viranomaisten ja laitosten tarkastukset												
3.1 Varmennustarkastukset												
– Hissi, VSS, sprinkler, öljylämmitys, sähkö, antenni, puhelin, vesi, kaukolämpö, palo												
3.2 Lopputarkastukset												
– Käyttöönottotarkastus, Kvv-lopputarkastus, lopputarkastus												
4 Vastaanotto												
4.1 Käytönopastus												
4.2 Luovutusvalmiuden tarkastus (itselleluovutus)												
Ennakkotarkastukset												
4.3 – Asukastarkastukset												
4.4 – Valvojan ennakkotarkastus												
4.5 – Suunnittelijoiden tarkastukset												
4.6 – Luovutuspiirustusten ja -asiakirjojen tarkastus												
4.7 Vastaanottokatselmus												
4.8 Muutto												

Kuva 5. Luovutusvaiheaikataulu [1, s. 44].

3 Talotekniikan vastaanottomenettely

Talotekniikan vastaanottoprosessia suunniteltaessa on hyvä ottaa huomioon vastaanottoprosessin tehtävät ja tehtäväkohtaiset vastuut ja vaatimukset. Tehtävien vastuiden jakaminen tulee aloittaa valmisteluvaiheesta, ja niiden täytyy

olla tiedossa takuuajan ylitse (kuva 6). Suunniteltaessa vastaanottoa on myös hyvä huomioida, että vastuuhenkilöiden lisäksi vastaanottotarkastuksien tehtäviin voidaan tarvita osallistujiksi valvoja, tilaajan edustajia ja suunnittelijoita, joten aikataulu vastaanottoa osalta on hyvä olla tiedossa ajoissa. [4, s. 4–8.]

TALOTEKNIIKAN VASTAANOTTOMENETTELY. Laadunvarmistusprosessi vastaanottomenettelyssä		Tilaaaja / rakennuttaja	Rakennusvalvoja	TATE-valvojat	Loppukäyttäjät	TATE-suunnittelijat	Pää toteuttaja	TATE-urakoitsijat	Viranomaiset
Tehtävämatriisi, malli									
HANKKEEN VALMISTELUVAIHE									
	Vastuuhenkilö	V / H				O			
	Rakennuttajan tavoitteiden dokumentointi	V / H			O	O			
	Vaatimusten sisällyttäminen suunnittelutarjouspyyntöihin	V / H							
	Hankkeen laadunvarmistussuunnitelma	V / H	O	O		O			
LAADUNVARMISTUSPROSESSIN TOTEUTUS									
5.1	Laitte- ja materiaalihyväksyntä			T/H		O		V / H	
5.2	Malliasennukset		O	T/H		OT	O	V / H	
5.3	Laitte- ja asennustapatarkastukset		O	T/H		OT	O	V / H	
5.4	Paine- ja tiiveyskokeet			T/H				V / H	
5.5	Putkistojen huuhtelu ja puhtauden tarkastus			T/H				V / H	
5.6	Urakoitsijoiden toimintatarkastukset		OT	T/H		OT	O	V / H	
5.7	Rakennuttajan toimintakokeet			V / H		OT		O	
5.8	Järjestelmien virtauksien säätötyöt							V / H	
5.9	Rakennusautomaatiojärjestelmän parametrien asettelu ja viritys			T/H		OT		V / H	
5.10	Koekäyttö ja kuormituskokeet		OT	V / H		O		O	
5.11	Mittaukset			V				H	
5.12	Viranomaistarkastukset	O	O	O		OT	V	V	T/H
5.13	Luovutus- ja käyttöasiakirjojen laatiminen ja kokoaminen; huoltokirja		T/H	T/H			V / H	V / H	H
5.14	Käyttöönotto	V	T/H	T/H	OT	O	H	H	
5.15	Vastaanottotarkastus	V	T/H	T/H	OT	O	O	O	H
TAKUUAIKA									
5.16	Toimivuustarkastukset	V		H	O	O	OT	O	
	Ensimmäisen vuoden takuutarkastus	V / H	O	O	O	O	O	O	
	Takuuajan tehtävät	V	O	O		OT	H	H	

V	Vastaa
H	Hoitaa
O	Osallistuu; (O) = osallistuu sovittaessa
OT	Osallistuu tarvittaessa
T/H	Tarkastaa / hyväksyy

Kuva 6. RT-kortin tehtävämatriisimalli [4, s. 13].

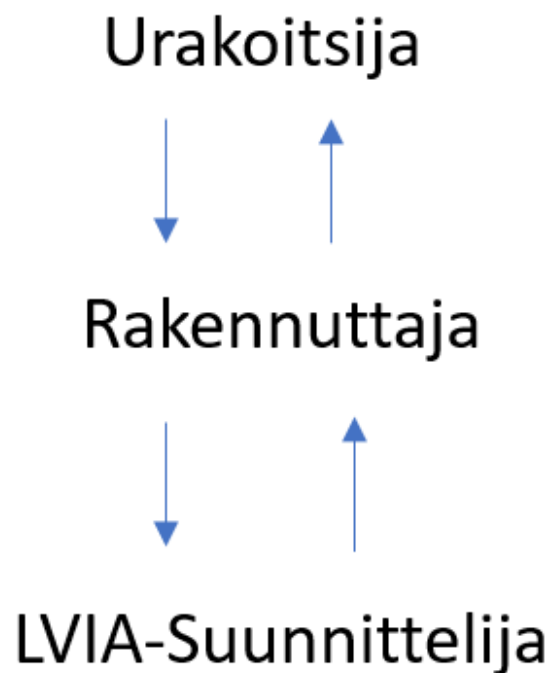
Talotekniikan vastaanottomenettelyssä ja dokumentoinnissa on tärkeä, että järjestelmien toiminnasta ja suunnitelmien mukaisuudesta on riittävä dokumentointi, jotta pystytään osoittamaan järjestelmien vaatimusten täytyminen sekä lainsäädännön ja viranomaisten että rakennuttajan osalta. Eritystä huomiota dokumentoitaessa täytyy kiinnittää piiloon jäävien järjestelmien osalta, koska niitä on vaikea käydä jälkikäteen tarkastamassa. [5, s. 3–5.]

Talotekniikkaurakoitsijoiden tehtävänä on huolehtia omalta osaltaan, että suunnitellut järjestelmät asennetaan säännösten, luvan ja hyvän rakennustavan

mukaisesti. Myös asennusten suunnitelmienmukaisuudesta on varmistuttava. Suunnittelijoiden vastuulla on huolehtia, että suunnitelmat täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain vaatimukset sekä Suomen ympäristöministeriön asetukset. [6]

3.1 Laite- ja materiaalihyväksyntä

Laadunvarmistusprosessi alkaa talotekniikan osalta jo ennen ensimmäisiä asennuksia urakoitsijan valitsemien laitteiden ja materiaalien hyväksyttämällä. RT-kortin mukaan hyväksyttämisen prosessi tapahtuu siten, että urakoitsija toimittaa tarvittavat asiakirjat tuotteiden osalta rakennuttajan edustajalle, esimerkiksi LVIA-valvojalle, joka toimittaa asiakirjat LVIA-suunnittelijalle tarvittaessa. Suunnittelijan hyväksyessä tuotteet rakennuttajan edustaja tarkastaa ne ja tekee lopullisen hyväksymis- tai hylkäyspäätöksen tuotteiden osalta (kuva 7). [5, s. 4.]



Kuva 7. Hyväksyttämisen prosessi RT-kortin mukaan [5, s. 4].

RT-kortin hyväksyttämisen prosessista poiketaan aika usein työmailla. Tuotetiedot hyväksyttävistä laitteista lähetetään suoraan suunnittelijalle, joka tekee päätöksen tuotteiden soveltuvuudesta kyseisiin käyttötarkoituksiin. Rakennuttajan tai tilaajan mielipidettä tuotteiden soveltuvuuteen kysytään vain harvoin. Toki rakennuttaja tai tilaaja voi oma-aloitteisesti prosessin aikana esittää oman näkemyksensä tai toiveensa tuotteisiin liittyen, mutta varsinaiseen hyväksyttämisen prosessiin ne eivät yleensä ota kantaa.

Hyväksyttämisen prosessia varten tarvitaan CE-merkinnän, tyyppihyväksynnän, varmennustodistuksen sekä valmistuksen laadunvalvonnan asiakirjat (kuva 8). Myös materiaalitodistukset ja -tiedot, tekniset suoritusarvotiedot, käyttöohjeet, huolto-ohjeet ja asennusohjeet sekä tiedot tuotteen mitoista ja painosta tarvitaan hyväksyttämistä varten. Edellä mainitut asiakirjat hyväksyttämisen prosessia varten saa pyytämällä niitä tuotteiden markkinoille saattajilta. Nämä myös vastaavat luovuttamiensa tietojen oikeellisuudesta. [5, s. 4.]

Yrityksen nimi

Aika

Tekijän nimi

SPRINKLERIURAKAN TUOTEHYVÄKSYNTÄ

Kohde:

Tunnus	Laite	Hyväksyntämenettely	Tiedot pyydetty	Tiedot saatu	Suunn. tarkastus	Valvojan hyväks.	Huomautukset
Sprinkleriurakka	Kaikki laitteet	CE-merkintä Tyyppihyväksyntä Varmennustodistus Rak.paikkakohtainen	31.12.2017	01.01.2018	02.01.2018	03.01.2018	

Kuva 8. Esimerkki sprinkleriurakan tuotehyväksynnän koontitaulukosta [7, liite 7].

Hyväksyttämisen prosessi kaikkien myös suunnitelmanmukaisten tuotteiden osalta täytyy käydä lävitse, ennen kuin kyseiset tuotteet asennetaan tai tuodaan työmaa-alueelle. Kun tuotteen osalta on tehty hyväksymis- tai hylkäyspäätös, täytyy siitä laatia sovittu dokumentaatio, josta löytyy myös urakoitsijan hyväksyttämisen prosessia varten toimittamat asiakirjat (kuva 9). Mikäli tuote hyväksytään, saa urakoitsija aloittaa asennustyöt. Mikäli tuote hylätään, joudutaan prosessi aloittamaan alusta uuden tuotteen osalta. [5, s. 4.]

Yrityksen nimi

Aika

Tekijän nimi

PUTKIURAKAN TUOTEHYVÄKSYNTÄ

Kohde: _____

Tunnus	Laite	Hyväksyntämenettely	Tiedot pyydetty	Tiedot saatu	Suunn. tarkastus	Valvojan hyväks.	Huomautukset

Kuva 9. RT-kortin liitteen esimerkki putkiurakan tuotehyväksynnän koontitaulukosta [7, liite 7].

3.2 Urakoitsijoiden työsuunnitelmat

Talotekniikkaurakoita varten urakoitsija tekee tarvittaessa työ-, kytkentä- ja asennussuunnitelmia, mikäli niitä ei näy jo valmiiksi suunnitelmissa esimerkiksi 3D-mallissa. Suunnitelmat laaditaan esimerkiksi taloteknisistä laitteista, kuten IV-koneista, pumppaamoista ja sähkökeskuksista. Suunnitelmadetaljeja tarvitaan koneiden ja laitteiden kiinnittämisestä sekä asentamisesta. Suunnittelijan vastuulla on huolehtia, että urakoitsijalla on tarvittavat suunnitelmat ja detaljit urakan toteuttamista varten. [5, s. 4.]

Pääurakoitsijan on huolehdittava, että vaadittavat suunnitelmat on tehty suunniteluaikataulun mukaan ja että ne ovat toteutuskelpoisia. Urakoitsija voi antaa omat kommenttinsa suunnitelmapuutteisiin ja suunnitelmien järjeistämiseen. Kommentit käydään lävitse yhdessä suunnittelijan kanssa ja ne voidaan toteuttaa, mikäli suunnittelija hyväksyy muutokset. Rakennuttajan edustaja voi olla mahdollisuuksien mukaan mukana prosessissa. [4, s. 5.]

3.3 Malliasennukset

Malliasennukset ovat tärkeä osa laadunvarmistusprosessia, koska niiden avulla voidaan yhdessä varmistua toteutustavan suunnitelman- ja vaatimustenmukaisuudesta. Hyväksytty malliasennus jää lopulliseksi asennukseksi, ja sen perusteella suoritetaan loput vastaavat asennukset. Malliasennustarkastuksesta

laaditaan tarkastuspöytäkirja (kuva 10), josta selviää tarkastukseen osallistujat, tarkastuspäivämäärä, tarkka asennuspaikka, suunnitelmat ja valokuvat malliasennuksesta sekä mahdolliset huomautukset asennuksiin. [4, s. 5; 5, s. 4–5.]

Yrityksen nimi	Aika
Tekijän nimi	
MALLIASENNUKSEN KATSELMUSPÖYTÄKIRJA	
Kohde: _____	
Aika: _____	
Paikka: _____	
Läsnä:	
_____	_____
_____	_____
_____	_____
Jakelu: _____	
Malliasennuskatselmuksessa tehdyt huomiot	
1	_____
2	_____
3	_____
Katselmuksen tulos:	<input type="checkbox"/> Hyväksytty <input type="checkbox"/> Hylätty
Hyväksyjän allekirjoitus ja nimi:	_____

Kuva 10. RT-kortin liitteen esimerkki mallikatselmuspöytäkirjasta [7, liite 8].

Valvoja ja suunnittelija tekevät malliasennuksesta hyväksymis- tai hylkäyspäätöksen. Jos asennus hylätään, täytyy urakoitsijan korjata havaitut puutteet ja järjestää uusi malliasennustarkastus. Pääurakoitsijan vastuulla on huolehtia malliasennukseen liittyvistä mahdollisista yhteensovittamisista ja

asennusjärjestyksistä. Pohjola Rakennus Oy Suomelle laadittiin lista malliasennuksista, jotka talotekniikan osalta olisi hyvä pitää (liite 3) [5, s. 4–5.]

Asennuksista, jotka jäävät piiloon, on tehtävä erittäin tarkat dokumentit, jotta myöhemmissä vaiheissa voidaan osoittaa myös peittyneiden asennusten suunnitelmienmukaisuus sekä rakennusvalvojan, rakennuttajan ja hyvän rakennustavan edellyttämä toteutustapa. Alapohjien alapuoliset viemärit ja piha-alueen viemärit sekä rakennuksen sisällä olevat viemärit videokuvataan, jotta voidaan varmistua viemäreiden puhtaudesta, tiiveydestä ja kunnosta (kuva 11). [5, s. 4–5.]



Kuva 11. Viemärikamera (Kuva: Sonja Sairomaa) [8].

3.4 Tarkesuunnitelmat

Urakoitsijat pitävät työmaalla yllä ajantasaisia tarkesuunnitelmia eli punakynäpiirustuksia, mikäli asennuksia ei tehdä suunnitelmienmukaisesti. Tarkepiirustuksiin on laitettava näkyviin tarkemitat puhtaaksi piirtämistä varten, jotta luovutuspiirustukset vastaavat tehtyjä asennuksia. Tarkepiirustukset on laadittava ennen kuin piiloon jäävät asennukset peitetään, jotta piirustusten oikeellisuus voidaan tarpeen mukaan helposti tarkastaa. Tilaajan edustajan on allekirjoituksellaan kuitattava urakoitsijan laatima muistio tarkepiirustuksien hyväksymisestä. [5, s. 5.]

3.5 Laite-, materiaali- ja asennustarkastukset

Asennustöiden edetessä on tehtävä jatkuvasti tarkastuksia liittyen asennustapaan sekä käytettyihin laitteisiin ja materiaaleihin. Ajan tasalla olevat suunnitelmat ja laitteiden asennusohjeet on hyvä olla mukana tarkastuksia tehtäessä, jotta asennusten ja materiaalien oikeellisuudesta ja suunnitelmienmukaisuudesta voidaan varmistua. Tarkastuksista on laadittava urakoitsijan toimesta kirjallinen muistio tai pöytäkirja (kuva 12), josta selviää tarkastuksen kohteena olleet asiat mahdollisimman tarkasti. Dokumentointiin on hyvä liittää myös kuvia asennuksista varsinkin, jos ne jäävät piiloon. Kuvien avulla voidaan myös jälkikäteen todeta asennusten oikeellisuus ja suunnitelmien mukaisuus. Jotta toimintakokeita päästään suorittamaan, on laite- ja asennustapatarkastukset suoritettava hyväksytysti. [4, s. 5; 5, s. 5.]

LVI-JÄRJESTELMIEN LAITE- JA ASENNUSTAPATARKASTUSPÖYTÄKIRJA			
Yrityksen nimi		Aika	
Tekijän nimi			
Kohde: _____			
Päivä: _____		Suorittajat: _____	
Hyväksyjän päiväys, nimi ja allekirjoitus _____			
Tila, järjestelmä, laite ja materiaali	Tarkastus-päivä	Kun-nossa On/Ei	Huomautukset

Kuva 12. RT-kortin liitteen esimerkki laite- ja asennustapatarkastuspöytäkirjasta [7, liite 9].

3.6 Paine- ja tiiveyskokeet

Paine- ja tiiveyskokeita on tehtävä putkistoista ja ilmanvaihtokanavista sekä jäte- ja hulevesiviemäreistä. Kokeiden tekeminen voidaan aloittaa heti, kun asennukset ovat edenneet riittävän pitkälle ja kokeiden suorittaminen koetaan järkeväksi. Peittyvien asennusten osalta tiiveys on todettava, ennen kuin verkostot peitetään. Urakoitsijan on huolehdittava paine- ja tiiveyskokeiden pöytäkirjojen (kuva 13) asiallisesta ja standardien mukaisesta laatimisesta. [4, s. 6; 5, s. 5–6.]

Yrityksen nimi	Aika
Tekijän nimi	
PAINEKOE PÖYTÄKIRJA	
Kohde:	_____
Koepainettava järjestelmä:	_____
Koepaineen laajuus:	_____ _____ _____
Käytetty koepaine:	_____ kPa
Painekokeen kesto:	_____ tuntia
Painekokeen tulos:	_____
Suorituspäivämäärä:	_____
Osallistujat:	_____ _____ _____
Huomautuksia:	_____ _____ _____
Hyväksyntäpäivä:	_____
Hyväksyjän allekirjoitus:	_____
Hyväksyjän nimi:	_____

Kuva 13. RT-kortin liitteen esimerkki painekoe pöytäkirjasta [7, liite 10].

Koepainaminen suoritetaan kaikissa lämmitys- ja käyttövesijärjestelmissä sekä hulevesiviemäreissä koko matkalta. Koepainaminen tapahtuu putkiverkostossa yleensä osissa, mutta kaikkien asennusten valmistuttua on koepainettava myös putkiverkosto kokonaisuudessaan. Koepainaminen tapahtuu vedellä, ellei ole vaarana, että vesi jäätyy putkistoon. Jäätymisen uhatessa koepainamisessa hyödynnetään veden sijaan jotakin jäätymätöntä nestettä. [4, s. 5–6; 5, s. 5–6.]

Painekoetta tehtäessä on huolehdittava, ettei painettavassa verkostossa ole ilmaa, jotta koepainemittaria luettaessa ennalta määritellyn ajan kuluttua voidaan mahdolliset vuotokohtat huomata. Mikäli koepainemittarin lukema on lukuhetkellä sama kuin alkutilanteessa, voidaan verkosto todeta tiiviiksi. Mikäli lukema on huomattavasti laskenut alkutilanteesta, on verkostossa vuotokohta. [5, s. 5–6.]

Koepaineen on oltava vesijohtoverkostossa vähintään yksi megapascalia eli kymmenen baaria. Muissa putkistoissa koepaineen on oltava 1,3-kertainen putkiston suurimpaan käyttöpaineeseen nähden. Koepaineen ollessa suurempi kuin käyttöpaine voidaan verkoston tiiveyden lisäksi todeta sen käytönaikainen kestävyys. [5, s. 5–6.]

Tiiveyskokeet tulee tehdä vaaditussa laajuudessa myös ilmanvaihtokanavistoon sekä jäte- ja hulevesiverkostoon. Ilmanvaihtokanavistoon tehtävässä tiiveyskokeessa testataan asennusten tiiveys pääosin, mutta ei sataprosenttisesti.

Tiiveyskokeessa käytetään ilmaa ja koepainepuhaltimia noudattaen standardia SFS-EN 12599. Jäte- ja hulevesiviemäreiden osalta tiiveyskokeet voidaan suorittaa joko vedellä tai ilmalla standardien SFS 3113, SFS 3114 ja SFS-EN 1610 mukaisesti. [5, s. 5–6.]

3.7 Käyttöönotto ja Rakennushankkeeseen ryhtyvän tarkastusasiakirja

Ennen taloteknisten asennusten käyttöönottoa on huolehdittava verkostojen huuhtelusta ja puhdistamisesta, rakennuksen pölyttömyysiivouksesta sekä itselle luovutuksista. Rakennuttajan vastuulla on valvoa, että edelliset tehtävät tulevat suoritetuksi. Kun rakennuttaja on hyväksynyt edellä mainittujen työtehtävien suoritukset ja pöytäkirjat (kuva 14), voidaan käyttöönotto aloittaa. [4, s. 6; 5, s. 6–7.]

Yrityksen nimi

VESIJOHTOVERKOSTON HUUHTELUPÖYTÄKIRJA

Rakennuskohteen tiedot

Kohde: _____

KVV-urakoitsija (yritys): _____

KVV-työnjohtajan nimi: _____

Tarkastajan nimi: _____

Ohjeet vesilaitteistonhuuhtelulle

Vesilaitteisto on ennen käyttöön ottamista huuhdeltava talousvedellä.

Vesilaitteiston huuhtelulla poistetaan putkistosta mahdollinen lika ja irtoaines. Lisäksi kupariputkien huuhtelulla parannetaan putkien sisäpinnan suojakerroksen muodostumista.

Putkisto huuhdellaan mahdollisimman pian putkiston valmistuttua järjestelmän ensimmäisen täytön ja painekokeen yhteydessä. Huuhtelu suoritetaan talousveden voimakkaalla virtauksella putkiston kaikissa osissa putkilinjan tai putkiston osa kerrallaan. Kylmä- ja lämminvesijohdot sekä kiertojohdo huuhdellaan erikseen. Mahdolliset poresuuttimet poistetaan ja kiertojohdon säätöventtiilit avataan täysin auki huuhtelun ajaksi.

Huuhtelu aloitetaan kauimmaisesta vesipisteestä ja siitä edetään veden virtaussuuntaa vastaan. Vesipisteet avataan täysin auki. Jokaisesta ottopisteestä juoksetetaan vettä vähintään 2 minuuttia ennen seuraavan aukaisemista. Kun putkistoa on huuhdeltu viimeiseksi avatusta ottopisteestä 2 minuuttia, suljetaan vedenottopisteet päinvastaisessa järjestyksessä kuin ne avattiin.

Putkiston huuhtelun tulee kuitenkin kestää vähintään 15 sekuntia jokaista putkijuoksumetriä kohti. Veden virtausnopeuden tulisi kaikissa putkiston osissa olla vähintään 0,5 m/s.

Suoritettun vesilaitteiston huuhtelun vakuudeksi

Huuhtelun suorittamisajankohta: _____

Huudellut putkisto-osuudet: KV LV LVK

KVV-työnjohtaja

Aika ja paikka: _____

Allekirjoitus ja nimen selvennys: _____

HUOM! Suositus vesilaitteiston käyttöönotolle

Vesilaitteiston painekokeen ja huuhtelun jälkeen suositellaan mahdollisimman pikaista putkiston käyttöönottoa tai putkistossa olevan veden juoksuttamista noin kerran viikossa.

Hyväksyntä

Aika ja paikka: _____

Allekirjoitus ja nimen selvennys: _____

Kuva 14. RT-kortin liitteen esimerkki vesijohtoverkostojen huuhtelupöytäkirjasta [7, liite 13].

Taloteknisten järjestelmien käyttöönotosta on rakennusvalvonta laatinut oman Excel-taulukko muotoisen ”Rakennushankkeeseen ryhtyvän tarkastusasiakirjan”, josta selviää, mitä järjestelmien käyttöönotto pitää sisällään. Taulukossa on lueteltu työtehtävät sekä annettu pöytäkirjamalli mittausten sekä asennusten suorittajille. Rakennusvalvonta on linjannut tarkastusasiakirjassaan, että tarkastusten edetessä vastuuhenkilön on kuitattava työvaiheet suoritetuksi ja liitettävä esimerkiksi vaaditut pöytäkirjat tarkastusasiakirjaan (liite 4). [9]

3.7.1 Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto

Ilmanvaihtojärjestelmien käyttöönotto voidaan suorittaa, kun rakennus on saatu valmiiksi ja rakennuksessa on suoritettu pölyttömyyssiivous. Kanavien ja tilojen on oltava puhtaita järjestelmää käytettäessä. Mikäli kanavistossa tai ympäristössä on pölyä tai muita epäpuhtauksia, ne leviävät ilmavirran mukana laajemmalle alueelle. Mikäli rakennustöitä suoritetaan mittausten alettua, on puhtaat tilat eristettävä pölyävistä tiloista riittävän tehokkaasti. Tilojen eristäminen onnistuu vain, mikäli kohteessa on huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet, eikä keskittetty ilmanvaihtojärjestelmä. [4, s. 6–7; 5, s. 7; 9.]

Ilmanvaihdon osalta tarkastusaasiakirjassa on määritelty suoritettavaksi erilaisia tarkastuksia, mittauksia ja toimintakokeita. Näiden lisäksi urakoitsijan on laadittava käyttö- ja huolto-ohjeet loppukäyttäjää varten sekä pidettävä käytönopastus henkilöille, jotka tulevat järjestelmien parissa työskentelemään. Käytönopastus voidaan pitää kohteen loppukäyttäjän huomioiden joko huoltoyhtiön edustajille tai jopa asukkaille, jotta he osaavat käyttää asennettuja järjestelmiä oikein, jolloin laitteistojen käyttöikä pystytään maksimoimaan. [4, s. 6–7; 5, s. 7; 9.]

Tarkastusasiakirja määrittelee, että ilmanvaihdon osalta on varmistettava urakoitsijan tarkastusasiakirjakokonaisuus, suunnitelmien mukainen kanavien tiiveys ja kanavien asennus sekä järjestelmien ja rakennuksen puhtaus urakoitsijan, vastaavan työnjohtajan ja valvojan toimesta. Edellisten ollessa kunnossa voidaan aloittaa järjestelmien säätäminen ja käyttöönotto. [9]

Paloturvallisuuden osalta on tarkistettava ainakin palopeltien toiminta ja eristysten suunnitelmienmukaisuus vaadittu paloluokitus huomioiden. Venttiilien lukitsemisesta on huolehdittava, kun säätö- ja mittaukset on saatu suoritettua. Lisäksi on mitattava äänitasot sekä sisällä että ulkona ja paine-ero rakennuksen vaipan yli. SFP-luku on myös määritettävä, ennen kuin materiaalit ovat valmiita kohteen luovuttamista varten. [9]

3.7.2 Käyttövesi- ja viemärijärjestelmien käyttöönotto

Vesi- ja viemärijärjestelmien osalta tarkastusasiakirja on vastaava kuin ilmanvaihdolla, ja siihen on kirjattu tehtävät, jotka on suoritettava ennen kohteen luovuttamista. Näitä tehtäviä ovat urakoitsijan tarkastusasiakirjakokonaisuuden tarkastamien ja asennusten suunnitelmanmukaisuuden toteaminen. Näiden lisäksi on tarkastettava vesijohtojen ja viemäroinnin kannakointi, suoritettava vesijohtojen painekokeet ja varmistuttava viemäreiden tiiveydestä. Vesi- ja viemärilaitteiden osalta täytyy varmistua myös paloturvallisuudesta. [9]

Vesi- ja viemärilaitteistojen käyttöönottoon kuuluu edellisten ohella palopostijärjestelmän vesittäminen, vesijohtojen tarkastettavuuden sekä vuodonilmaisimien varmistaminen ja vesijohtojen sekä ulkopuolisten hule- ja jätevesiviemäreiden huuhteleminen. Vesikalusteiden ja elementtiratkaisujen, kuten hormien, asennustavat on oltava myös tarkastettuina ja suunnitelmienmukaisesti toteutettuina, kun kohdetta ollaan luovuttamassa. [9]

Asennustarkastusten ollessa suoritettuina täytyy urakoitsijoiden tehdä vielä järjestelmien säädöt ja mittaukset, joiden jälkeen rakennuttaja pääsee tekemään omat pistokoeluntoiset mittauksensa. Tämän jälkeen täytyy vielä tarkistaa erotimet ja pumppaamot sekä huolehtia kaukolämmön ja -kylmän lopputarkastusten suorittamisesta. Toimintakokeet ja yhteiskoekäyttö sekä käytönopastus saadaan pidettyä, kun kaikkien talotekniikkaurakoitsijoiden urakkasuoritukset ovat valmiita. Kohteen vesi- ja viemärilaitteistoista on laadittava loppukäyttäjää varten käyttö- ja huolto-ohje. [9]

3.7.3 Muiden järjestelmien käyttöönotto

Muiden järjestelmien käyttöönotto ei eroa tarkastusasiakirjassa juurikaan edellä mainituista, vaan näidenkin järjestelmien käyttöönotto vaatii mittauksia, säätöjä, tarkastuksia ja pöytäkirjoja. Urakoitsijan tarkastusasiakirja on varmistettava myös muiden laitteistojen osalta ja erityisputkistoista täytyy olla painekoepöytäkirjat ja putkistojen kannakoinnista, vuodonilmaisusta ja tarkastettavuudesta on varmistuttava. Muiden laitteiden osalta on huolehdittava laiteasennuksien suunnitelmanmukaisuudesta, putkistojen huuhtelusta ja vesivirtojen säätämisestä. Linjasäätöventtileiden säätöarvot on myös merkittävä. [9]

Muiden laitteistojen suunnitelmanmukaisuus on todettava ja tarkastuslaitoksien tarkastukset on pidettävä yhtä lailla kuin esimerkiksi kaukolämmön osalta vesi- ja viemärilaitteistojen tarkastukset. Laitteistoille järjestetään toimintakokeet ja yhteiskäyttökokeet sekä pidetään käytönopastus muiden taloteknisten laitteiden käytönopastuksen yhteydessä. Käyttö- ja huolto-ohjeet loppukäyttäjää varten on laadittava myös muiden laitteistojen osalta. [9]

3.7.4 Rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöönotto

Rakennusautomaatiotöiden käyttöönottoon liittyy erilaisia tarkastuksia, joiden avulla selviää työn suunnitelmanmukaisuus, hyvien rakennustapojen noudattaminen sekä asennusten toimivuus. Automaation osalta tarkastuksiin kuuluu valvomografiikan hyväksyttäminen, malliasennukset kenttälaitteiden, alakeskusten sekä valvomolaitteiden osalta ja toimintakokeiden sekä viranomaistarkastusten järjestäminen. Automaatiourakoitsijan on myös luovutettava laitteistojen mahdolliset varaosat tuleville käyttäjille sekä laadittava käyttö- ja huolto-ohjeet omien laitteistojensa osalta. [10, s. 209–216.]

3.8 Urakoitsijan toimintatarkastukset

Pääurakoitsijan tehtävänä on koordinoida ja aikatauluttaa TATE-urakoitsijoiden suorittamat toimintakokeet, jotka suoritetaan ennen rakennuttajan

toimintakokeita. Kokeiden tarkoituksena on varmistua järjestelmien ja laitteiden suunnitelman mukaisesta toimivuudesta. Urakoitsijat huolehtivat omien laitteistojen toimintakunnosta, mutta tekevät yhteistyötä muiden talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa yhteisten laitteistojen osalta. Tarkastuksista on laadittava pöytäkirjat (kuva 15), joista on selvittävä kaikkien tarkastettavien kohteiden toiminta ja tarkastuksien tulokset. [2, s. 53–54; 4, s. 6; 5, s. 6–7.]

LVI-LAITTEIDEN TOIMINTAKOKEIDEN YHTEENVETO																				
Kohde: _____											As = asennettu, Ky = kytketty, Te = testattu, On tai Ei									
Päivä: _____ Suorittajat: _____											Lukuarvo sarakkeessa tarkoittaa valmiusasteen prosenttilukua % Tilaaaj. tark. (kunnossa), On tai Ei									
Laitteet	Tarkastettu päiväys	Tilaaaj. tark.	PU			IU			AU			SU			SPRU					
			As	Ky	Te	As	Ky	Te	As	Ky	Te	As	Ky	Te	As	Ky	Te	As	Ky	Te
Järjestelmä 1																				
Laitte 1																				
Laitte 2																				

Kuva 15. RT-kortin liitteen esimerkki LVI-laitteiden toimintakokeiden yhteenveto- taulukosta [6, liite 17].

Urakoitsijoiden laatimia toimintakokeita ei voida aloittaa, mikäli rakennusteknisiä töitä on tekemättä tai pölyttömyyssiivous on suorittamatta. Toimintakokeiden suorittamiselle esteenä on myös jännitteen kulkemattomuus lopullisia kaapelointeja pitkin. Laitteiden ja koneiden puutteelliset asennukset ja merkinnät voivat olla myös esteenä toimintakokeiden suorittamiselle. [4, s. 6; 5, s. 6–7.]

3.9 Rakennuttajan ja valvojan toimintakokeet

3.9.1 Rakennuttajan toimintakokeet

Rakennuttajan toimintakokeita voidaan alkaa suorittaa, kun urakoitsijat ovat saaneet omat kokeensa suoritettua ja pöytäkirjat toimitettua. Rakennuttajan toimintakokeisiin osallistuu myös urakoitsijan edustaja, ja niissä tarkastetaan, että laitteistojen tärkeimmät toiminnot ovat kunnossa. Rakennuttajan toimintakokeissa keskitytään laitteistoihin, jotka vaikuttavat tilojen turvallisuuteen, käytettävyyteen ja taloudellisuuteen. [4, s. 6–7; 5, s. 7–10.]

Toimintakokeissa pyritään häiritsemään taloteknisten järjestelmien normaalia käyttöä esimerkiksi muuttamalla asetusarvoja tai sulkemalla venttiileitä. Asennuspaikalla ja valvomonnäytöllä seurataan, kuinka häiriöt vaikuttavat laitteistoihin. Mikäli vaikutukset eivät ole odotetut ja suunnitelmien mukaiset, on urakoitsijan tehtävä korjaustoimenpiteitä. [4, s. 6–7; 5, s. 7–10.]

Rakennuttaja laatii pitämistään tarkastuksista pöytäkirjan, josta käy ilmi tarkastusten kohteet ja näiden toiminta. Mikäli jokin laite ei toimi suunnitellusti, muistiin merkitään korjaustarve sekä aika, johon mennessä korjaukset tulee olla suoritettuina. Pohjola Rakennukselle laadittiin insinööriyön yhteydessä oma talotekniikan toimintakoe -muistiopohja (liite 5), sillä yrityksellä ei sellaista ole ollut ja muistiot ovat olleet erittäin vaihtelevia. [4, s. 6–7; 5, s. 7–10.]

3.9.2 Valvojan toimintakokeet ja tehtävät projektin laadunvarmistuksessa

Taloteknisten töiden valvojat tekevät myös omia tarkastuksia ja hyväksyntöjä valvomon osalta. He laativat pitämistään tarkastuksista pöytäkirjat, joissa käy ilmi tarkastuksen kohteet ja tulokset. Näitä valvojen pitämiä tarkastuksia ja hyväksyttäviä toimenpiteitä ovat

- kenttäväylän toiminta
- kenttäväylän yhteys valvomoon
- käyttöliittymän ohjelmointi
- käyttöliittymän toiminta rakennusautomaatiovalvomon osalta
- valvomon käyttöoikeuksien ja käyttäjätunnusten ohjelmointi
- hälytysten jälleenantolaitteet ja niiden ohjelmointi
- vaadittujen trendi- ja tilastoseurantojen ohjelmointi. [5, s. 7–10]

Toimintakokeiden lisäksi valvojalla on muitakin vastuita projektin laadunvarmistamiseen liittyen. Esimerkiksi tarkastusasiakirjan tarkastusten oikea-aikaisen suorittamisen ja tarkastusten dokumentoimisen valvomien kuuluu valvojan tehtäviin. Myös talotekniikkaurakoitsijoiden omien laadunvarmistussuunnitelmien ja niiden toteutumisen valvominen kuuluu valvojan tehtäviin yleisvalvonnanpiiriin kuuluvien kohtien osalta. [11, s. 3–8.]

Valvojan täytyy huolehtia puhtaudenhallintasuunnitelman noudattamisesta talotekniikkatöiden osalta. Myös varmistaminen, että viranomainen on hyväksynyt suunnitelmat, kuuluu valvojan tehtäviin viranomaistarkastuksiin osallistumisen ohella. Valvojan on omalta osaltaan huolehdittava, että tarpeelliset merkinnät tulee tehdyksi vastaavan työnjohtajan ylläpitämään työmaapäiväkirjaan. [11, s. 3–8.]

Valvojan on oltava tietoinen luovutusvaiheen aikataulusta ja tarvittaessa kommentoitava, mikäli luovutusvaiheen läpiviemiselle ei ole hänen mielestään varattu tarpeeksi aikaa. Hänen on myös tarpeen mukaan osallistuttava työmaan tapahtumiin, kuten mallikatselmuksiin ja toimintakokeisiin, sekä pidettävä omat luovutusvaiheen tarkastuksensa. Valvojan on laadittava dokumentaatio kaikista tekemistään tarkastuksista. [11, s. 3–8.]

3.10 Mittaukset

Urakoitsijan ja rakennuttajan on tehtävä erilaisia mittauksia taloteknisiin laitteistoihin liittyen, jotta toimivuudesta ja suunnitelmien mukaisuudesta voidaan varmistua (kuva 16). Mittauksista tulee tehdä taulukkomuotoiset pöytäkirjat, jotka laatii urakoitsijoiden mittausten osalta urakoitsija ja rakennuttajan mittausten osalta rakennuttaja. Taulukoiden on oltava selkeitä ja helposti ymmärrettäviä. [4, s. 7–8; 5, s. 7–8.]

Urakoitsijan on suoritettava RT-kortin mukaan seuraavat mittaukset:

- huonelämpötilat
- tilojen äänenpainetasot
- SFP-luku
- ilmanvaihdon lämpötilan hyötysuhde
- kattilan hyötysuhde, jos rakennuksessa on kattila
- lämpöpumpun lämpökertoimet, jos rakennuksessa on lämpöpumppu
- pumppaamoiden virtaukset
- pikapalopostien virtaukset

- vesikalusteiden virtaukset
- tilojen paine-eromittaus sekä sisätilojen että sisätilan ja ulkoilman välillä [4, s. 7–8; 5, s. 7–8].

Rakennuttajan on suoritettava RT-kortin mukaan seuraavat mittaukset:

- nesteverkoston virtaus
- ilmanvaihtokanavistojen virtaus
- tilojen äänenpainetasot
- huonelämpötilat
- asetetut tavoitearvot [5, s. 8].

Mittaukset	Urakoitsija	Rakennuttaja
Huonelämpötilat	x	x
Tilojen äänenpainetasot	x	x
SFP-luku	x	
Ilmanvaihdon lämpötilan hyötysuhde	x	
Kattilan hyötysuhde, jos rakennuksessa on kattila	x	
Lämpöpumpun lämpökertoimet, jos rakennuksessa on lämpöpumppu	x	
Pumppaamoiden virtaukset	x	
Pikapalopostien virtaukset	x	
Vesikalusteiden virtaukset	x	
Tilojen paine-eromittaus sekä sisätilojen että sisätilan ja ulkoilman välillä	x	
Nesteverkoston virtaus		x
Ilmanvaihtokanavistojen virtaus		x
Muut asetetut tavoitearvot		x

Kuva 16. RT 20-11302 -kortin mukaiset mittaukset taulukkomuodossa esitettynä [5, s. 7–8].

4 Viranomaistarkastukset

Rakennusluvasta selviävät tarkastukset, joita rakennusvalvonta tulee pitämään työmaan aikana. Vaadittujen tarkastusten lista voi tarkentua rakennusvalvonnan aloituskokouksessa. Vastaavien työnjohtajien, eli vastaavan mestarin, KVV-vastaavan ja IV-vastaavan, on huolehdittava, että rakennusvalvonnan kanssa sovi-taan ajankohdat tarkastuksia varten riittävän aikaisin. [4, s. 8; 5, s. 9].

KVV- ja IV-vastaavien tulee saada rakennusvalvonnan hyväksyntä tehtävien hoitamiseen, sillä rakennusluvanvarainen rakentaminen vaatii vesi-, viemäri- ja ilmanvaihtolaitteistojen osalta oman vastaavan työnjohtajansa. Kyseisen työnjohtajan on huolehdittava, että asennukset tehdään sekä luvan että rakennusmääräysten mukaisesti. KVV- ja IV-vastaavien on huolehdittava myös asennusten suunnitelmienmukaisuudesta sekä hyvän rakennustavan mukaisuudesta.

[12]

LVI-urakoitsija huolehtii myös, että vaadittavat hyväksynnät LVI-järjestelmien osalta tulee suoritetuksi ennen rakennusvalvonnan loppukatselmusta. Viranomaisten tarkastusten tulee olla myös tehtynä ennen rakennuttajan vastaanottotarkastusta. Kaikista viranomaistarkastuksista on urakoitsijan laadittava pöytäkirjat, jotka menevät viranomaiselle allekirjoitettavaksi. Kuvassa 17 näkyy vastaanottoprosessi, joka pitää olla takuuajan tarkastuksia lukuun ottamatta suoritettuna ennen viranomaistarkastuksia [5, s. 9; 10, s. 209–216.]



Kuva 17. Talotekniikan vastaanottoprosessi. [10, s. 211].

Rakennusluvassa määritellyt viranomaistarkastukset on myös suoritettava ennen loppukatselmusta ja käyttöönottoa. Näitä tarkastuksia ovat esimerkiksi

- KVV-loppukatselmus
- IV-loppukatselmus
- palotarkastus
- terveystarkastus
- hissitarkastus
- VSS-tarkastus
- sähköjärjestelmien käyttöönottotarkastus
- sähköjärjestelmien mittaukset
- rakennusvalvonnan käyttöönottotarkastus
- loppukatselmus. [5, s. 9].

KVV-työnjohtajan vastuulla on tilata asennusten edetessä vaadittavat viranomaistarkastukset vesi- ja viemärlaitteiden osalta. Asennukset saa peittää vasta, kun viranomaisen on ne käynyt tarkastamassa ja hyväksymässä. Sähköasennusten osalta sähköurakoitsija tekee käyttöönottotarkastuksen. Hän laatii loppukäyttäjää varten punakynäpiirustukset, jotka suunnittelija piirtää puhtaaksi ja toimittaa ne loppukäyttäjälle sekä energialaitokselle. Sähköurakoitsija toimittaa myös tarkastuspöytäkirjan loppukäyttäjää varten. [13]

5 Käyttö- ja huolto-ohjeeseen tallennettavat tiedot

Käyttö- ja huolto-ohjeen sisältö muodostuu pitkälti projektin edetessä, sillä ratkaisut ja valinnat, joita suunnittelun aikana tehdään vaikuttavat rakennuksen toteutukseen. Materiaalia käyttö- ja huolto-ohjeeseen saa kerättyä rakennusaikana, sillä rakennukseen tulevat tuotteet ovat tiedossa jo asennustöiden alettua tuotehyväksyttämisten jälkeen. Ympäristöministeriö on myös laatinut ohjeen (YM/216/2015) suunnitelmista ja selvityksistä, jotka koskevat rakentamista. [14]

Tarkastusasiakirjat ja niiden liitteet, kuten rakennusosien ja järjestelmien mitaus-, säätö- ja virituspöytäkirjojen kopiot, viedään käyttö- ja huolto-ohjeeseen. Sinne viedään myös raportit rakennusluvassa erikseen määritellyistä

selvityksistä ja tarkastusdokumenteista. Erillistä pöytäkirjaa ei tarvita tarkastusasiakirjoissa selviävistä toteamuksista, joita ovat esimerkiksi *puhdistettu* tai *testattu*. [14]

Pohjola Rakennukselle luotiin insinööriyön yhteydessä mittaus-, säätö- ja virityspöytäkirjojen tarkastusasiakirja (liite 6), jotta voidaan helposti tarkastaa, täytävätkö pöytäkirjat viranomais määräykset ja -ohjeet. Tarkastusasiakirja auttaa myös selvittämään, mistä kaikesta ylipäättään vaaditaan pöytäkirjat. Tarkastusasiakirjan luomisessa hyödynnettiin syksyllä 2022 julkaistua asiakirjaa ”Talotekniikan toteutusvaiheen tietojen tallentaminen rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen.”

6 Toimivuustarkastukset

Toimivuustarkastukset järjestetään takuuajana, ja niissä ovat läsnä talotekniikkavalvojat, -suunnittelijat ja kiinteistöhoitajat. Toimivuustarkastuksia pidettäessä hyödynnetään dataa ja trendiajoja, joita automaatiojärjestelmä on kerännyt. Tarkempi kuvaus toimivuustarkastusten järjestämisestä ja suorittamisesta määritellään talotekniikkasuunnitelmissa. Talotekniikkavalvojen tehtävänä on huolehtia, että urakoitsijat korjaavat mahdolliset puutteet, joita tarkastusten yhteydessä on tullut esille. Toimivuustarkastuksista on laadittava raportti, jossa on liitteenä pöytäkirjat mittauksista sekä trendiseurantojen käyrät. [4, s. 9; 5, s. 9–10.]

7 Pohdinta

7.1 Projektin johtaminen

Rakennustyömaalla olisi hyvä, että työnjohtajilla olisi riittävä tietotaito johtaa projektia sekä rakennusteknisten että taloteknisten asennusten osalta. Tämä helpottaa työvaiheiden suunnittelua, yhteensovittamista sekä aikatauluttamista. Kun työnjohtajalla on riittävä tietotaito johtamaansa työvaiheeseen liittyen,

pystyy hän luomaan tarpeeksi kattavan tehtäväsuunnitelman aikatauluineen ja työjärjestyksineen.

Työvaiheen alkaessa olisi hyvä istua urakoitsijoiden kanssa alas ja käydä läpi suunniteltu aikataulu, työjärjestys sekä vaatimukset, jotta kaikilla on selvillä kyseisen työvaiheen edellytykset. Samalla pystytään käymään yhteisesti läpi mahdolliset haasteet työsuoritusten osalta ja varautumaan mahdollisiin ongelmakohtiin jo ennakolta. Kun edellä mainitut asiat on käyty yhteisesti läpi, on urakoitsijoiden helpompi sitoutua työvaihetta koskeviin tavoitteisiin ja laadittuun aikatauluun.

7.2 Dokumentaatio

Projektin alkaessa tulisi aloittaa myös luovutusvaiheen dokumenttien kerääminen. On kaikille helpompaa kerätä dokumentteja, kuten mittaus- ja malliasennuspöytäkirjoja, töiden edetessä yhteisesti sovittuun paikkaan jo rakennusaikana. Tällöin ei dokumentteja tarvitse alkaa etsimään esimerkiksi kansioista ja sähköposteista juuri ennen luovutusta kauhealla kiireellä, vaan kaikki olisi jo valmiiksi kerättyä sovituksessa paikassa helposti löydettävissä.

Luovutusprosessi ja dokumenttien kerääminen tulisi käydä jo projektin alkaessa urakoitsijoiden kanssa lävitse, jotta kaikille olisi projektin edetessä selvää, mitkä dokumentit tulisi urakoitsijoiden toimittaa ja minne ne tulisi tallentaa. Tämä auttaisi luovutusvaiheen suunnittelua ja organisointia pääurakoitsijan osalta. Kun dokumenttien kerääminen on varhaisessa vaiheessa suunniteltu, pystytään välttämään loppuvaiheen kiire dokumentaation osalta.

7.3 Prosessi

Insinööritö toteutettiin Pohjola Rakennus Oy Suomelle, koska koettiin, että olisi hyvä lisätä yrityksessä työskentelevien tietoa talotekniikan osalta aikatauluttamiseen sekä dokumentaatioon liittyen. Talotekniikkatöiden aikatauluttamisessa

haasteena Pohjola Rakennus Oy Suomen työmailla on ollut aikataulun laatiminen yhtä tarkalle tasolle rakennustöiden kanssa.

Loppuvaiheen dokumentaatio sekä talotekniikan että rakennustöiden osalta on ollut hyvätasoista suurimmalla osalla yrityksen työmaista. Uusia ja kokemattomampia työntekijöitä, varsinkin vastaavia työnjohtajia, tuotantoinsinöörejä ja työpäälliköitä, ajatellen on hyvä, että talotekniikan luovutusprosessia on käyty insinööriyössä lävitse.

Luovutusprosessia ajatellen yritykselle luotiin insinööriyön yhteydessä muistiopohja toimintakokeita varten sekä tarkastuslista mittaus-, säätö- ja virityspöytäkirjoja varten. Insinööriyön aikana luoduista dokumenteista on varmasti hyötyä Pohjola Rakennus Oy Suomelle jatkossa, sillä yrityksellä ei tällaisia dokumentteja ollut, mutta niille on tarvetta työmaiden luovutusaiheessa työmailla.

Muistiopohja toimintakokeita varten auttaa työmailla työskenteleviä työnjohtajia toimintakokeiden pitämisessä, sillä työnjohtajat saavat muistiota seuraamalla tarvittavat toimintakokeet suoritetuksi. Yhtenäinen muistiopohja tuo samalla selkeyttä työmailla tehtävää dokumentaatiota ajatellen. Mittaus-, säätö- ja virityspöytäkirjojen tarkastuslista auttaa puolestaan urakoitsijoiden toimittamien dokumenttien tarkastamisessa. Listasta löytyy helposti vähimmäisvaateet kyseisten dokumenttien tarkastamista varten.

Insinööriyötä voidaan kehittää vertailemalla Aikataulukirjan työsaavutuksia ja Työehtosopimuksen normiaikoja keskenään, jolloin nähtäisiin, millaiset erot työtehtävien kokonaiskestoissa saadaan eri laskentatapoja käyttämällä. Työtä voi kehittää myös syventymällä tarkemmin luovutusprosessin työvaiheiden toteutukseen. Myös luovutusprosessin vastuisiin pystyttäisiin syventymään tarkemmin.

Insinööriyössä haluttiin luoda katsaus talotekniikan aikatauluttamiseen ja luovutusprosessiin, jotta saataisiin lisättyä yrityksen työntekijöiden tietoa aiheeseen liittyen. On tärkeää, että työntekijät ymmärtävät, mitä aikataulun laatiminen vaatii, kun siihen sisällytetään talotekniikan työvaiheet mukaan. Työntekijöiden on

tärkeä myös ymmärtää, miten talotekniikan luovutusprosessi dokumentaatioineen etenee. Tätä insinööriötä ei haluttu viedä aikataulutuksen ja luovutusprosessin suhteen liian detaljitasolle, koska Pohjola Rakennus Oy Suomi ei ole talotekniikka-alan yritys vaan projektinjohtourakkamallia käyttävä rakennusalan yritys.

Lähteet

- 1 Ratu Aikataulukirja. 2016. Rakennustieto Oy.
- 2 Ratu Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2017. Rakennustieto Oy.
- 3 Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus työntekijöille. 2022. LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry; Rakennusliitto ry.
- 4 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely, Prosessikuvaus. 2018. RT 10-11301. Rakennustieto Oy.
- 5 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely, Prosessikuvaus. 2018. RT 10-11302. Rakennustieto Oy.
- 6 LVI-järjestelmien yleiset vaatimukset. 2021. TalotekniikkaRYL.
- 7 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely, Tehtävät ja dokumentointi, Liite 6 koontitiedosto liitteistä 7–25. 2018. LVI 03-10631. Rakennustieto Oy, Liite 7, Liite 8, liite 9, Liite 10, Liite 13, Liite 17.
- 8 Sairomaa, Sonja. 2023. Itse otettu kuva.
- 9 Taloteknisten järjestelmien käyttöönottolomakkeet, TATE01. 2021. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/fi/kaupunkiymparisto-ja-liikenne/tontit-ja-rakentamisen-luvat/kaavat-aineistot-ja-avustukset-rakentamiseen/lomakkeet-ja-ohjeet-a-o>>. Luettu 31.3.2023.
- 10 Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2018. ST-Käsikirja 17. Sähkötieto ry, s. 209–216.
- 11 Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo. 2019. RT 103172. Rakennustieto Oy.
- 12 Laki maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. 17.1.2014. 41/2014.
- 13 Tarkastukset ja katselmukset. 2006. Verkkoaineisto. Rakentaja.fi. <https://www.rakentaja.fi/artikkelit/635/tarkastukset_katselmukset.htm>. Luettu 31.3.2023.
- 14 Toptenrava. 20.9.2022. Talotekniikan toteutusvaiheen tietojen tallentaminen rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen. 2022.

- 15 Lämmitys-, vesi- ja viemäryöt. 2007. LVI 04-10410. Rakennustieto Oy.
- 16 Ilmastointityöt. 2007. LVI 04-10411. Rakennustieto Oy.
- 17 Sähkötyöt. 2007. LVI 04-10412. Rakennustieto Oy.

Talotekniikkatöiden riippuvuuksia

Liitteessä 1 on määritelty talotekniikkatöiden riippuvuuksia rakennustöihin nähden [15, 16, 17].

LV-TYÖVAIHE	EDELTÄVÄT TYÖVAIHEET
Ulkopuoliset putkistot	<ul style="list-style-type: none"> – johtokaivannot kaivettu – pohjat tiivistetty ja tasoitettu suunnitelmien mukaisesti – kaivot asennettu ja kaivojen lävistyksset valmiina
Pohjaviemärit	<ul style="list-style-type: none"> – pohjan täytöt tehty – runkolinjat ja kaivokset kaivettu ja tasoitettu suunnitelmien mukaisesti – alapohjan alapuoliset rakenteet tehty – seinälinjat ja lattiakorot selvästi merkitty – reikävaraukset avattu – kantavaan laattaan ripustettaville pohjaviemäreille tehty väliaikainen kannatus ennen kantavan laatan asennusta
Lämmönjakohuone	<ul style="list-style-type: none"> – seinä- ja kattorakenteet valmiit – suojukset ja pintarakenteet valmiit vähintään konealustojen osalta – mahdollinen kaukolämpö tuotu putkiurakoitsijan toimitusrajaan asti (lämpöenergian mittauskeskus)
Pohjajohdot (lämpö- ja vesirunkojohdot)	<ul style="list-style-type: none"> – alimman kerroksen ja seuraavan kerroksen holvit valmiit (kannakointi) – lävistyksset auki – alapohja tehty – tarvittavat korkeusmerkinnät tehty
Nousujohdot (lämpö, vesi viemäri, jäähdytys)	<ul style="list-style-type: none"> – holvien läpäisy avattu – väliseinälinjat ja lattiakorot selvästi merkitty
Jako- ja kytkentäjohdot (lämpö, vesi, viemäri, jäähdytys)	<ul style="list-style-type: none"> – lävistyksset auki – kannakointi mahdollisuus – kevyissä väliseinissä kiinnitysvaraukset – pinta-asennuksia varten pintarakenteet valmiit – kevyitten väliseinien uppoasennuksissa levytys vain toisella puolella seinää – seinälinjat ja lattiakorot selvästi merkitty – lattiakaivot lattiavalun yhteydessä ennen vesieristystä
Lämmityspatterit	<ul style="list-style-type: none"> – tarvittavat kiinnitysalustat ja kevyissä väliseinissä kiinnitysvaraukset valmiina – lämmittimien taustat maalattu
Lämpö päälle -valmius (osittain tai kokonaan)	<ul style="list-style-type: none"> – vesikatto vedenpitävä – ikkunat ja ulko-ovet asennettu lämmitettävällä alueella – lämmityksen putkikytkennät valmiit lämmitettävällä alueella – lämmönlähteen putki-, sähkö- ja automaattikytkennät valmiit (myös tilapäiset sähkökytkennät mahdollisia) – tarpeelliset viranomais- ja muut tarkastukset tehty – lämmönjakohuone/lämpökeskus valmiina – tarvittaessa peruslämmitys rakenteille
Vesi- ja viemärikalusteet	<ul style="list-style-type: none"> – tarvittavat aukot ja kiinnitysalustat valmiit kevyissä väliseinissä – uppoasennuksissa levytys vain toisella puolella seinää – pintarakenteet ja kiintokalusteet valmiit
Eristystyöt	<ul style="list-style-type: none"> – putkistojen koepaineistus tehty – pintarakenteet valmiit
Ilmastointikonehuoneiden putkiasennukset	<ul style="list-style-type: none"> – muovimatto tai muu vedeneristys asennettu ja suojattu – IV-koneet ja -patterit asennettu – suurimmat IV-kanavat asennettu
Säätö ja mittaustyöt	<ul style="list-style-type: none"> – LVIS-järjestelmät valmiit – rakennuksen seinät, ovet, ikkunat yms. rakennusosat asennettu
Luovutus	<ul style="list-style-type: none"> – vesivirtojen mittaus- ja säätötyöt valmiit ennen luovutusta – ilmamäärän mittaus- ja säätötyöt valmiit ennen luovutusta – luovutusmateriaalit valmiina – painekokeet tehty ennen luovutusta

IV-TYÖVAIHE	EDELTÄVÄT TYÖVAIHEET
Runkokanavat	– runko valmis asennettavalla alueella
Haarakanavat	– väliseinien paikat merkitty
Koneasennukset huoneistoihin (hajautettu järjestelmä)	– huoneistoa ympäröivät rakenteet valmiit – IV-koneen asennusalustat valmiit
Koneasennukset konehuoneittain	– konehuoneisiin sijoitettavien IV-koneasennuksia varten – konehuoneiden oltava valmiit: lattiapinnoite valmis ja mahdollinen – äänenvaimennusverhous tehty – ennen huippumurien asennusta vesikattorakenne valmis, rakennepellitykset tehty – VSS-tilat maalausta vaille valmiit ennen eristämistä
Päätelaiteasennukset	– kiinnitysalustat valmiit: väliseinätyöt valmiit, alakattojen rungot valmiit, maalaukset tehty, tarvittavat siivoukset tehty
Eristystyöt	– pintarakenteet valmiit – huom. tiivyskokeet tehtävä ennen eristämistä
Tarkastukset, toimintakokeet, ilmavirtojen säätö- ja mittaukset	– koneiden LVS-työt valmiit, lopullinen sähkövirta rakennuksessa – säätöjen kohteena oleva rakennuksen osan oltava tiivis: – ovet ja ikkunat paikoillaan – ei pölyviä työvaiheita jäljellä – tarvittavat siivoukset tehty
Luovutus	– säädöt ja viranomaistarkastukset tehty

EDELTÄVÄT TYÖVAIHEET	SÄHKÖTYÖVAIHE	SEURAAVAT TYÖVAIHEET
Maarakennustyöt Kunnallistekniikka Kaapelioijat	ALUESÄHKÖISTYS	Piirustukset ja merkinnät Tarkastukset
Rakennustekniset työt ja valmiiksi maalaus Reiittitarkastukset Haalausreitit	KOJEISTO- JA KESKUSASENNUKSET Muuntamon kojeistot	Jakelujärjestelmä Maadoitukset, koestus ja säädöt Jännitteiseksi kytkeminen
Rakennustekniset työt ja valmiiksi maalaus Haalausreitit	Pääkeskus	Nousujohtojen asennus Merkintä ja kytkentä
Rakennustekniset työt ja valmiiksi maalaus Kaluste- ja pöytäasennukset Johdotus	Valvomon laitteet	Kytkennät Tarkastus ja koestus
Muottityö ja rauditus	PUTKITUKSET Runkoputkitus	Valut Johdotus Välirasiointien kytkentä
Kevyiden väliseinien runko ja toisen puolen levytys tai väliseinämuuraus	Väliseinäputkitus	Levytys valmiiksi Johdotus Kytkennät ja koeasennukset
Alakattojen runkotyöt	Alakattoputkitus	Alakatot valmiiksi Johdotus ja valaisinasennukset
Rakennustekniset työt ja kaistamaalaukset IV- ja LV-runkoputkitukset	JOHTOTEIDEN ASENNUKSET Kaapelihyllyt / ripustuskaivot	Johdotus IV- ja LV-runkoputkitukset
Tasotetyöt ja kaistamaalaukset Lämmitysverkosto	Asennuskourut	Johdotus ja rasiointi Kojen- ja kansiasennukset Peitelevyt
Alusrakenteet ja niiden koron tarkistus	Kanavat	Johdotus sekä lattiarasioiden kojeistus ja kytkentä

EDELTÄVÄT TYÖVAIHEET	SÄHKÖTYÖVAIHE	SEURAAVAT TYÖVAIHEET
Kaapelihyllyt ja asennusreitit Pää- ja ryhmäkeskukset asennettu	JOHTOASENNUKSET Keskusten väliset johdot	Kytännät keskuksiin
Asennusalojen tasoite- ja maalaustyöt	Pinta-asennukset	Kytännät keskuksiin ja kojeisiin rasioissa Kalusteasennus
Kaapeli- ja johtotiet	Ryhmäjohdot	Kytännät keskuksiin ja kojeisiin rasioissa Koestus
Kaapeli- ja johtotiet	Telejärjestelmien johdot	Koeasennukset ja kytkennät Koestus
LV-koneiden asennus Automaatiikka-asennukset LV-putkitukset ja LV-kanavat Kaapeli- ja johtotiet	LV-koneiden ja säätölaitteiden johdot	Kytännät kojeissa ja ryhmäkeskuksissa Koestus
Keskusten ja kojeiden asennus Johdot	Kytännät	Toiminnan tarkistus ja perussäännöt Koestus
Putkitukset ja rasiointi Johdotukset	RASIAKOJEASENNUS Varsinaiset kojeet	Kytännät ja toiminnan tarkistus Peitelevyt
Maalaus- ja pinnoitetyöt	Peitelevyt	Koestus
Alustamaalaukset Valaisinripustinkiskot ja johdotukset	VALAISINASENNUKSET Varsinaiset valaisimet	Lamppujen asennus Toimintatarkistus
Valaisinasennus	Lamppujen asennukset	Ritilöiden ja valokupujen asennus Toimintatarkistukset
Johdotukset ja kytkennät	KOJEET, LAITTEET JA ERITYISJÄRJESTELMÄT Erityisjärjestelmät	Kytännät ja toiminnan testaus
Rakennustekniset työt ja valmiiksi maalaus Pako- ja polttoaine putkitusten asennus Maalausreitit	Varavoimaimitteet	Tarkistus ja koekäyttö
Laitteiden kytkentä jännitteiseksi Ryhmäkeskusten tarkistus ja sulakkeet	ASENNUSTAPATARKASTUKSET JA TOIMINTAKOKEET LV-toimintakoe ja säätötoiminta	Koekäyttö ja säädöt
Säädöt ja viritykset	LV-koekäyttö ja muut toimintakokeet	Mittaukset ja hienosäädöt
Oma tarkastus	Rakennuttajan tarkastus	Mahdollisten virheiden korjaus, luovutus
Verkostojen mittaus ja piirustukset	Yhteisantennitarkastus	Mahdollisten virheiden korjaus, luovutus
Oma tarkastus, verkostojen kytkennät yms.	Telelaitteiden tarkastus	Mahdollisten virheiden korjaus, luovutus
Polttoainejärjestelmän, jäähdytysjärjestelmän ja ilmastoinnin tarkistus	Varavoimakoneiden koekäyttö	Mahdollisten virheiden korjaus, luovutus
Oma tarkastus	Lopputarkastukset	Mahdollisten virheiden korjaus, luovutus, loppupiirustukset ja merkinnät

Talotekniikkatöiden nimike-esimerkkejä

Liitteessä 2 on esitetty talotekniikkatöiden nimikkeitä, joita olisi hyvä sisällyttää muihin rakentamisessa käytettyihin aikatauluihin, kuten vaiheaikatauluihin [2, s. 137].

LIITE 2. ESIMERKKI TALOTEKNIKKATÖIDEN NIMIKKEISTÄ (Lähde: Ratu Aikataulukirja 2016. s. 42)

ALAPOHJA

- pohjaviemärit
- erottimet, pumppaamot
- salaojat, kaivot
- kaapeleiden suojaputket
- ulkoilma-, ja tuuletusputket
- liitosjohdot

RAKENNUKSEN RUNKOVAIHE

- LVI-kuilut, hormit, hoitotasot
- sähköön nousureitit, johtotiet
- nousujohdot
- kellarin tekniset tilat
- LJH, SPR-keskus, muuntaja, PK, nousukeskus
- vesikatko, SV-kaivot ja viemärituuletukset
- huippuimurit, ulospuhallushajottimet

KONEHUONEET

- ulkoilmakammiot
- koneasennukset (IV- ja JÄ-koneet, LA:t)
- kanava-asennukset
- putkiasennukset (säiliöt, pumput, putkistot)
- eristyksiset (IV- ja putkieristeet)
- sähköarinat ja keskuksiset
- kaapeloinnit ja kytkennät
- automatiikkatyöt (VAK:t, kytkentä, viritys)

LVIS-RUNKOTYÖT

- VV-runkoputket kerroksittain
- jäähdytysrunkoputket kerroksittain
- IV-runkokanavat kerroksittain
- SPR-runkolinjat kerroksittain
- kaapelihyllyt kerroksittain
- ryhmäkeskukset ja kaapelointityöt
- patteriverkoston nousulinjat, patteriasennus
- vesi- ja viemärihajoitukset kerroksittain

SÄHKÖTEKNISET TIETOJÄRJESTELMÄT

- järjestelmäkaapeloinnit
- rakennusautomaatiojärjestelmä
- tiedonsiirtojärjestelmä
- kulunvalvontajärjestelmä
- rikosilmoitinjärjestelmä
- videovalvontajärjestelmä
- paloilmoinninjärjestelmä

KALUSTUSVAIHE

- kalustus- ja kytkentäjohdot
- jäähdytyspalkkien asennus
- jäähdytyspalkkien kytkentä
- automatiikan kenttälaitteet
- IV-venttiilien asennus
- valaisinasennus, sähkökalustus
- työpisteen sähköistys, alastuontiputket jne.
- sosiaalitilojen kalustus

SÄHKÖJÄRJESTELMIEN TARKASTUKSET

- turva- ja merkkivalaistus
- ATK-kytkennät ja järjestelmämittaus
- sähkökalustuksen viimeistely
- sähkötekniset mittaukset
- paloilmoinninjärjestelmän testaus
- viranomaistarkastukset

LVI-JÄRJESTELMIEN VASTAANOTTOVAIHE

- toimintatarkastukset ja -kokeet
- säätö- ja mittaustyöt
- tarkistusmittaukset ja korjaukset
- yhteiskoekäyttö
- luovutusaineisto
- käytönopastus
- viranomaistarkastukset
- luovutus

Talotekniikan malliasennukset

Pohjola Rakennukselle tehty liite pidettävistä malliasennuksista. (*Salassa pidettävä*)

Talotekniikan toimintakoe

Pohjola Rakennus Oy Suomelle tehty Talotekniikan toimintakoe -muistiopohja.

(Salassa pidettävä)

Mittaus-, säätö- ja virituspöytäkirjojen tarkastuslista

Pohjola Rakennus Oy Suomelle tehty mittaus-, säätö- ja virituspöytäkirjojen tarkastuslista. (*Salassa pidettävä*)